

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月 1 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 6 5 6 8 7  
Application Number:

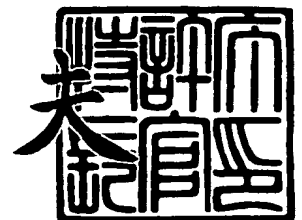
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 6 5 6 8 7 ]

出 願 人                      本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102354201

【提出日】 平成14年12月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01P 3/56  
B60T 8/58

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号  
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 金 圭勇

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ハイドロプレーニング検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車輪速センサからの検出値を入力する入力部、この検出値を処理してハイドロプレーニング状態を判定する処理部を有し、タイヤを介して入力される路面との振動を前輪側及び後輪側の車輪速センサから検出し、検出した前輪側及び後輪側の各検出値について、検出値の変化のパターンをタイヤ固有の影響を除去してそれぞれ特徴抽出し、この特徴抽出した検出値の変化パターンを前輪側と後輪側とでパターンマッチングし、一致したパターンの時間差を求め、この時間差と予め記憶している基準長さから第 1 の車体速を測定すると共に、後輪側の車輪速センサから検出した車輪速の平均値から第 2 の車体速を測定し、前記第 1 の車体速と第 2 の車体速の偏差が所定値より大きいときにハイドロプレーニング状態と判定することを特徴とするハイドロプレーニング検出装置。

【請求項 2】

前記処理部は、前記偏差が前記所定値より大きい状態が所定時間続いたときにハイドロプレーニング状態と判定することを特徴とする請求項 1 に記載のハイドロプレーニング検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両が濡れた路面を走行する際に発生するハイドロプレーニング（Hydroplaning）を検出するハイドロプレーニング検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ハイドロプレーニングは、水を被った道路を高速走行するとき、水がクサビの働きをしてタイヤを接地面から浮き上がらせる作用又は状態である（図 9 参照）。また、ハイドロプレーニングは、水のたまった路面を高速走行するとタイヤが水を排除しきれず、発生した水の流体力学的な圧力によってタイヤと路面との接

触が断たれた非常に滑りやすい現象である。これを模式的に示したのが図 9 (b) である。水膜は、クサビ状になってタイヤと路面の間に入り込む。そして、水膜は、タイヤを浮き上がらせる方向の力  $F_u$  と、タイヤの回転速度  $V_F$  を減速する方向の力  $D_r$  を生じさせる。このハイドロプレーニングは、高速道路を安定して走行する際に問題となることから、いろいろな手法によりハイドロプレーニングを検出する試みが行われている。

#### 【0003】

例えば、前輪の車輪速が水膜の抵抗で減速する度合い（減速パターン）からハイドロプレーニングを検出する手法が提案されている。また、本願出願人・本願発明者による特許文献 1 及び特許文献 2 には、前輪の車輪速の変化パターンから、ハイドロプレーニングを検出する手法が提案されている。具体的には、図 10 に示すように、予め記憶しておいた典型的な前輪車輪速の変化パターン（時間－車輪速曲線の変化パターン）と、実際に測定・抽出した前輪車輪速の変化パターンとをマッチングして、ある一定以上のパターンの一致があった場合にハイドロプレーニング状態であると判定する。ちなみに、路面上の突起乗越え・段差通過の場合は、＋－ペアの波が生じるが、ハイドロプレーニングの場合は、－の波が生じる。また、これらとは別なハイドロプレーニングの検出手法として、走行中の水膜の抵抗がサスペンションに与える影響をバネ下振動で捉え、その固有振動から検出する手法も提案されている。

#### 【0004】

また、これらとはさらに別のアプローチとして、本願出願人・本願発明者により特許文献 3 の手法が提案されている。この手法は、路面上の水膜に車輪が完全に乗り上げている完全ハイドロプレーニングよりも検出が困難である部分ハイドロプレーニングを検出することを目的としてなされたものであり、車輪の一部が未だ路面と接触している部分ハイドロプレーニングが発生すると、車輪速センサの出力信号に含まれる車輪回転速度に相当する固有の周波数成分が、水膜による粘性抵抗を受けて低周波側に偏位するとの知見に基づき、車速帯域ごとに設けたバンドパスフィルタにより得られた信号を処理し、部分ハイドロプレーニングを検出する。

**【0005】****【特許文献1】**

特許第3052013号明細書（段落番号0007、0015、図4、図7等）

**【特許文献2】**

特許第3123683号明細書（段落番号0011、図4、図5等）

**【特許文献3】**

特許第3232520号明細書（段落番号0003、0005、図1等）

**【0006】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特許文献1や特許文献2の手法等、パターンを比較する手法では、水膜がある厚さ（例えば10mm）以上なければハイドロプレーニングを検出することが困難であった。つまり、水膜の厚みが厚くない場合に発生するハイドロプレーニングの検出が困難であった。また、早期段階でのハイドロプレーニング（部分ハイドロプレーニング）の検出も困難であった。なお、水膜が10mm以上で発生するハイドロプレーニングは、ドライバもその時点では減速感等を認識しており、システムの優位性がなかった。すなわち、ドライバが感じる前にハイドロプレーニングを検出してドライバに知らせることが困難であるという問題があった。また、理論上はともかく實際上、悪路、段差、氷雪路等での減速度の大きさや車輪速の変化パターンがハイドロプレーニングの減速度や車輪速の変化パターンと似ていることから、より正しくハイドロプレーニング状態を検出（判定）することが望まれた。

**【0007】**

一方、特許文献3の手法では、10mm以下の水膜の厚さでもハイドロプレーニング発生の検出を行うことができるが、悪路、段差等の路面状況に応じた共振周波数の微妙なシフト量を判別して、より適切にハイドロプレーニング発生を検出するという面で、更なる改良が望まれた。

**【0008】**

そこで、本発明は、水膜が厚くない状態で発生するハイドロプレーニングや、

早期段階でのハイドロプレーニングを、路面のバンプや段差等（以下「路面バンプ等」という）と混同することなく検出可能なハイドロプレーニング検出装置を提供することを主たる課題とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

前記課題に鑑み本発明者は研究を行い、従来の前輪の挙動のみに着目したハイドロプレーニング状態の判定とは異なり、後輪の挙動も加味してハイドロプレーニング状態の判定を行うこととした。

#### 【0010】

すなわち、前記課題を解決した本発明は、車輪速センサからの検出値を入力する入力部、この検出値を処理してハイドロプレーニング状態を判定する処理部を有し、タイヤを介して入力される路面との振動を前輪側及び後輪側の車輪速センサから検出し、検出した前輪側及び後輪側の各検出値について、検出値の変化のパターンをタイヤ固有の影響を除去してそれぞれ特徴抽出し、この特徴抽出した検出値の変化パターンを前輪側と後輪側とでパターンマッチングし、一致したパターンの時間差を求め、この時間差と予め記憶している基準長さから第1の車体速を測定すると共に、後輪側の車輪速センサから検出した車輪速の平均値から第2の車体速を測定し、前記第1の車体速と第2の車体速の偏差が所定値より大きいときにハイドロプレーニング状態と判定することを特徴とする。

この構成によれば、第1の車体速は、ハイドロプレーニングの影響は受けるが、路面バンプ等の影響は受けない。一方、第2の車体速は、ハイドロプレーニングの影響も路面バンプ等の影響も受けない。本発明は、この特性の異なる2つの車体速から、ハイドロプレーニング状態を判定する。

#### 【0011】

また、本発明は、前記処理部は、前記偏差が前記所定値より大きい状態が所定時間続いたときにハイドロプレーニング状態と判定することを特徴とする請求項1に記載のハイドロプレーニング検出装置である。

これによれば、誤判定を少なくすることができる。

#### 【0012】

**【発明の実施の形態】**

以下、本発明のハイドロプレーニング検出装置の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

**【0013】****《ハイドロプレーニング検出の原理》**

まず、本実施形態によりハイドロプレーニングを検出する原理を説明する。前輪と後輪が同一・略同一の軌跡で路面上にできた水膜を通過する場合、前輪が水を排水するため、前輪と後輪とでは路面上の水膜により受ける抵抗に違いが生じる。すなわち、前輪は水膜の抵抗を大きく受けて車輪速に変動が生じ、水膜により周期（周波数）が不安定になる。一方、前輪により排水された直後を通過する後輪は水膜により受ける抵抗が少なく、前輪のような水膜による車輪速の変化はなく、周波数も安定している。換言すると、前輪の車輪速はハイドロプレーニングの影響を受け、後輪の車輪速はハイドロプレーニングの影響を受けない。

**【0014】**

そこで、本実施形態では、ハイドロプレーニングの影響を受ける第1の車体速として、前輪の車輪速の変動パターン及び後輪の車輪速の変動パターンをマッチングして求める車体速を測定する。併せて、基準となる車体速、すなわち、ハイドロプレーニングの影響を受けない第2の車体速として、後輪の車輪速の移動平均から求める車体速を測定する。そして、第1の車体速と第2の車体速を比較して、所定値（閾値）以上の差が生じる場合に、ハイドロプレーニング状態と判定する。なお、後記するように、第1の車体速及び第2の車体速は路面バンプ等の影響を受けない車体速である。

**【0015】**

これによれば、前輪の挙動だけでハイドロプレーニングを検出するのは異なり、また、単純に前輪と後輪との車輪速の差に基づいてハイドロプレーニングを検出するのも異なり、ハイドロプレーニングの検出を適切に行うことができる。以下、本実施形態を詳細に説明する。

**【0016】****《ハイドロプレーニング検出装置の構成》**

図1を参照して、ハイドロプレーニング検出装置を搭載する車両Cのシステム構成を説明する。図1に示すように、本実施形態のハイドロプレーニング検出装置1を搭載する車両Cは、前輪 $W_f$  2つ、後輪 $W_r$  2つを有する4輪車両である。この車両Cは、右側の前輪 $W_f$  及び右側の後輪 $W_r$  に、車輪速センサ $V_S$  ( $V_{Sf}$ ,  $V_{Sr}$ ) を有する。また、車両Cを運転するドライバにハイドロプレーニングの警告を行うアラーム $AL$ を有する。なお、本明細書において、符号に添えられる $f$ ,  $r$ の添字は、 $f$ が前輪側、 $r$ が後輪側であることを示す。

#### 【0017】

車輪速センサ $V_S$  ( $V_{Sf}$ ,  $V_{Sr}$ ) は、例えばホール素子等を用いて車速パルスを生成する一般的なセンサである。この車輪速センサ $V_{Sf}$ ,  $V_{Sr}$ が生成し、ハイドロプレーニング検出装置1に送信する車速パルス（アナログ電気信号）は、車速が早くなるほど単位時間当たりのパルス数が多くなり、車速が遅くなるほど単位時間当たりのパルス数が少なくなる。なお、ブレーキロックを防止するシステムを搭載した車両やトラクションを制御するシステムを搭載した車両は、通常、車輪速センサ $V_S$ を有しているので、これを流用することができる。

#### 【0018】

次に、ハイドロプレーニング検出装置1は、図示しないマイコン（マイクロコンピュータ）及び周辺回路から構成され、マイコンが図示しないROMに記憶されたプログラムを読み出すことにより該プログラムの各モジュール（後記する第1・第2の車体速測定手段12, 13、車体速比較手段14等）を実行して、ハイドロプレーニングの判定を行う。また、ハイドロプレーニング検出装置1は、ハイドロプレーニングの検出（判定）を行うために、各種信号・情報・指令等を入出力する入出力ポート（後記する入出力インタフェース11）、アナログ信号をデジタル信号に変換してマイコンでデジタル処理するための図示しないAD変換器等を有する。

#### 【0019】

ハイドロプレーニング検出装置1の詳細について、図2～図4を参照して説明する。図2は、ハイドロプレーニング検出装置のブロック構成図である。図3は、第1の車体速測定手段のブロック構成図である。図4は、車輪速の検出値の変



動を説明する図である。

### 【0020】

図2に示すように、ハイドロプレーニング検出装置1は、主に、入出力インタフェース11、第1の車体速測定手段12、第2の車体速測定手段13、車体速比較手段14、閾値記憶手段15及び判定手段16を含んで構成される。また、図3に示すように、第1の車体速測定手段12は、デジタルフィルタ121 (121f, 121r)、バッファコントローラ122 (122f, 122r)、データバッファ123 (123f, 123r)、正規化手段124 (124f, 124r)、相互相関関数演算手段125、最大値抽出手段126、及び車体速演算手段127を含んで構成される。入出力インタフェース11が入力部に相当し、第1の車体速測定手段12～判定手段16が処理部に相当するものとする。

### 【0021】

(入出力インタフェース)

入出力インタフェース11は、ハイドロプレーニング検出装置1で処理するデータの入力及びハイドロプレーニング検出装置1で処理したデータの出力(アラーム信号ASの出力)を行う機能を有する。なお、ハイドロプレーニング検出装置1では、車速パルスは、デジタルデータの車輪速(検出値V (Vf, Vr))として取り扱うものとする。ちなみに、本実施形態での車輪速のサンプリングレートは1000Hzとする。

### 【0022】

(第1の車体速測定手段)

第1の車体速測定手段12は、入出力インタフェース11から10ミリ秒間隔でデジタルデータの車輪速の検出値V (Vf, Vr)を入力して、ハイドロプレーニングの影響を受ける第1の車体速Vv1を測定する機能を有する。ここで、第1の車体速Vv1測定の原理を説明する。

### 【0023】

車輪速センサVSf, VSrの検出値Vf, Vrは、路面バンプ等(路面の凸凹や段差)により変動する。この変動は、車両Cが前進している場合は、まず前輪Wfの車輪速センサVSfの検出値Vfに現われ、次に後輪Wrの車輪速セン

サ  $V S r$  の検出値  $V r$  に現われる。ここで、ある段差に起因した前輪  $W f$  における検出値  $V f$  の変動と、後輪  $W r$  における検出値  $V r$  の変動が生じる時間間隔、つまり前輪  $W f$  ・後輪  $W r$  の車輪速  $V f$  ,  $V r$  の変動パターンにおける位相の時間的なズレが判れば、車両  $C$  のホイールベース間距離（基準長さ） $WB$  から車体速（第1の車体速  $V v 1$ ）を測定することができる。

#### 【0024】

ここで、この第1の車体速  $V v 1$  は、ハイドロプレーニングの影響を受ける前輪  $W f$  の車輪速  $V f$  を加味して求められるので、ハイドロプレーニングが発生すると、第1の車体速  $V v 1$  は正しい値を示さなくなる。その一方で、第1の車体速  $V v 1$  は、路面バンプ等に基づいて測定されるものである。従って、第1の車体速  $V v 1$  は、ハイドロプレーニングの影響は受けるが、路面バンプ等の影響は受けないという特性を有する（ちなみに路面バンプ等の多い悪路ではハイドロプレーニングは発生しない）。本実施形態は、この第1の車体速  $V v 1$  の特性と、第2の車体速  $V v 2$  の特性を利用して、ハイドロプレーニングを路面バンプ等と混同することなく検出する。

#### 【0025】

以下、第1の車体速  $V v 1$  を測定する第1の車体速測定手段12の構成を、図3等を参照して詳細に説明する。

デジタルフィルタ121（121f, 121r）は、刻々と入力される車輪速の検出値  $V$ （ $V f$ ,  $V r$ ）を処理して、特定の周波数の成分のみを通過させるデジタル式のバンドパスフィルタである。このように特定の周波数のみを通過させるのは、タイヤのユニフォーミティの崩れによる車輪速の変動を除去して、路面バンプ等に起因した車輪速変動を正しく抽出するためである。

#### 【0026】

つまり、タイヤはゴムやスチールワイヤ等を巻いて製造されることから、タイヤ一周の強度や密度に不均一性（ユニフォーミティの崩れ）が存在する。このため、図4（a）に示すように車輪  $W$  が路面上を回転すると、見かけ上車両  $C$ （図1参照）が一定速度で走行していても、車輪速センサ  $V S$  から得られる検出値  $V$  の時間変動（車輪速検出値の変動曲線）には、図4（b）に示すように、タイヤ

のユニフォーミティの崩れによる周期の大きな変動が生じる。そして、この周期の大きな変動に、路面バンプ等による周期の小さな変動が重畳される。本実施形態の第1の車体速測定手段12では、路面バンプ等による車輪速変動から絶対的な第1の車体速 $V_v1$ を測定するものであることから、図4(c)に示すように、タイヤのユニフォーミティの崩れによる変動成分をデジタルフィルタ121で除去し（つまりタイヤ固有の影響を除去し）、後の処理を円滑に行えるようにする。なお、車輪速が早いほど、タイヤのユニフォーミティの崩れによる車輪速変動の周期（周波数）、路面バンプ等による車輪速変動の周期（周波数）は、全体的に短くなる（高周波数帯域にシフトする）。このため、デジタルフィルタ121は、車輪速が早くなるほど高い周波数帯域の車輪速の変動を通過するように、車輪速応動に構成してある。

#### 【0027】

バッファコントローラ122（122f, 122r）は、デジタルフィルタ121を通過した車輪速の検出値 $V$ （ $V_f$ ,  $V_r$ ）を、10ミリ秒間隔を置いて取得し、これをデータバッファ123（123f, 123r）に所定個数記憶する機能を有すると共に、記憶した検出値 $V$ を、所定個数まとめて読み出す機能を有する手段である。

#### 【0028】

データバッファ123（123f, 123r）は、検出値 $V$ （ $V_f$ ,  $V_r$ ）を所定個数一時記憶する読み書き自在のメモリである。データの読み書きは、バッファコントローラ122（122f, 122r）を介して行われる。なお、検出値 $V$ （ $V_f$ ,  $V_r$ ）は、処理の回数を数える処理カウンタ $n$ ,  $m$ と対応付けてデータバッファ123に記憶される。具体的には、前輪側の検出値 $V_f$ は、配列変数 $V_f(n)$ として処理カウンタ $n$ と対応付けてデータバッファ123fに記憶される。また、後輪側の検出値 $V_r$ は、配列変数 $V_r(m)$ として処理カウンタ $m$ と対応付けてデータバッファ123rに記憶される。ちなみに、このデータバッファ123は、先入れ先出しを行うFIFO（First In First Out）である。

#### 【0029】

この先入れ先出しを行う点を補足説明する。前輪側のデータバッファ122f

には、N個の検出値Vfが配列変数Vf(n)として記憶されている。そして、新たな検出値Vfがバッファコントローラ122fからデータバッファ123fに記憶される際は、現在記憶されている配列変数Vf(1)～Vf(N)は一括で読み出される。読み出された後、配列変数Vf(n)は、そのインデックスnを1だけインクリメントされる。つまり、次の表1に示すように、以前の配列変数Vf(1)は配列変数Vf(2)に、以前の配列変数Vf(N-1)は配列変数Vf(N)に、というようにインデックスnがインクリメントされ、過去の一定時間にわたる検出値Vfが順に更新される。結果として、新たな検出値Vfが配列変数Vf(1)に記憶され、最も古い以前の配列変数Vf(N)は消去される。ちなみに、インデックスnとその終値Nの関係は、 $1 \leq n \leq N$ 、となる(但し $N > 1$ )。

【0030】

【表1】

表1 データバッファ122fへの検出値Vfの記憶様式						
新たなVf	Vf(1)	Vf(2)	...	...	Vf(N-1)	Vf(N)
↓	↓	↓	↓	↓	↓	
	Vf(1)	Vf(2)	Vf(3)	...	...	Vf(N)

【0031】

一方、後輪側のデータバッファ122rには、M個の検出値Vrが配列変数Vr(m)として記憶される。この記憶様式についても、前輪側のデータバッファ122fと同じであるので、その説明を省略する。ちなみに、インデックスmとその終値Mの関係は、 $1 \leq m \leq M$ 、となる(但し $M > 1$ )。

【0032】

なお、前記した所定個数(終値N, M)は、前輪側のバッファコントローラ122fについていえば16個(終値N=16)であり、後輪側のバッファコントローラ122rについていえば30個(終値M=30)である。このように、記憶するデータ数を絞り込むのは、後段の正規化手段124や相互相関関数演算手段125における演算処理の負荷を少なくするためである。また、このようにデータ数を絞り込んでも、十分に絶対的な第1の車体速Vv1を測定することがで

きるからである。なお、処理カウンタ  $n$ 、 $m$  の初期値はそれぞれ 0 であるが、実際にデータが記憶されるのは 1 からである。従って、処理カウンタ  $n$  は実質上 1 ～ 16 までの正の整数値を取り、処理カウンタ  $m$  は実質上 1 ～ 30 までの正の整数値を取る。このように、後輪側の処理カウンタ  $m$  の終値  $M$  が前輪側の処理カウンタ  $n$  の終値  $N$  よりも大きな値を取るのは、前輪側で起こったのと同じ事象（特定のバンプ等を通じたことによる検出値  $V$  の変動）は時間を置いて後輪側で起こるが、後輪側で起こった際にその事象を見逃さないためである。よって、終値  $M$  は、前輪側で起こったのと同じ事象を確実に記憶できる数として 30 が設定される。

#### 【0033】

ちなみに、本実施形態では、データバッファ 123 がデジタルフィルタ 121 から検出値  $V$  ( $V_f$ ,  $V_r$ ) を取得する間隔が 10 ミリ秒置きであることから、処理カウンタ  $n$  が 16 になるまで検出値  $V_f$  を配列変数  $V_f(n)$  に記憶すると、検出値  $V_f$  を実時間にして 150 ミリ秒分データバッファ 123  $f$  に記憶したことになる ( $150 \text{ ミリ秒} = (16 - 1) \times 10 \text{ ミリ秒}$ )。同様に、処理カウンタ  $m$  が終値  $M$  の 30 になるまで検出値  $V_r$  を配列変数  $V_r(m)$  に記憶すると、検出値  $V_r$  を実時間で 290 ミリ秒分データバッファ 123  $r$  に記憶したことになる ( $290 \text{ ミリ秒} = (30 - 1) \times 10 \text{ ミリ秒}$ )。

ところで、データバッファ 123  $f$ 、123  $r$  には、10 ミリ秒ごとに検出値  $V_f$ 、 $V_r$  が記憶され（書き込まれ）、10 ミリ秒ごとに配列変数  $V_f(1) \sim V_f(16)$ 、 $V_r(1) \sim V_r(30)$  が読み出される。このことから、第 1 の車体速  $V_v1$  は、データバッファ 123  $f$ 、123  $r$  のサイズにかかわらず 10 ミリ秒ごとに測定される。

#### 【0034】

次に、正規化手段 124 ( $124_f$ ,  $124_r$ ) を説明する。

前輪側の正規化手段  $124_f$  は、バッファコントローラ 122  $f$  を介してデータバッファ 123  $f$  から配列変数  $V_f(n)$  を 16 個分、全てを読み出す機能を有する。そして、次の相互相関関数演算手段 125 での処理を行い易くするため、検出値  $V_f$  (= 配列変数  $V_f(n)$ ) から車輪速成分を取り除いて正規化する

機能を有する。このため、正規化手段 124 f は、配列変数  $V_f(1) \sim V_f(16)$  までの平均車輪速  $AV_f$  を求める処理を行う。なお、前輪側の平均車輪速  $AV_f$  は、次の式 1 で演算される。

$$\begin{aligned} AV_f &= \Sigma V_f(n) / 16 \\ &= (V_f(1) + V_f(2) + \dots + V_f(16)) / 16 \quad \dots \quad (\text{式 1}) \end{aligned}$$

#### 【0035】

また、正規化手段 124 f は、配列変数  $V_f(n)$  の正規化を次の式 2 のように行い、車輪速成分（平均車輪速  $AV_f$ ）を取り除く。

$$V_f(n) = V_f(n) - AV_f \quad \dots \quad (\text{式 2})$$

#### 【0036】

なお、処理カウンタ  $n$  は 1 ～ 16 までの正の整数であるので、正規化手段 124 f は、処理カウンタ  $n$  を 1 から 1 ずつインクリメントして終値  $N$  の 16 になるまで 16 回、式 2 を実行する。これにより、正規化した配列変数  $V_f(1) \sim V_f(16)$  が得られる。

ちなみに、本実施形態では変数名を節約するため、正規化する前と正規化した後で、同じ  $V_f(n)$  という変数名を使用することとする。

#### 【0037】

後輪側の正規化手段 124 r も、前輪側の正規化手段 124 f と同様の正規化処理を行う（重複を避けるために説明を簡略化する）。即ち、正規化手段 124 r は、後輪側の平均車輪速  $AV_r$  を次の式 3 で演算する。

$$\begin{aligned} AV_r &= \Sigma V_r(m) / 30 \\ &= (V_r(1) + V_r(2) + \dots + V_r(30)) / 30 \quad \dots \quad (\text{式 3}) \end{aligned}$$

#### 【0038】

また、後輪側の正規化手段 124 r は、平均車輪速  $AV_r$  を用いて、次の式 4 により、正規化を行う。

$$V_r(m) = V_r(m) - AV_r \quad \dots \quad (\text{式 4})$$

#### 【0039】

なお、処理カウンタ  $m$  は 1 ～ 30 までの正の整数であるので、正規化手段 124 r は、処理カウンタ  $m$  を 1 から 1 ずつインクリメントして終値  $M$  の 30 になる

まで30回、式4を実行する。これにより、正規化した配列変数 $V_r(1) \sim V_r(30)$ が得られる。

#### 【0040】

相互相関関数演算手段125は、フーリエ変換の一種である相互相関関数を演算（実行）する手段である。つまり、この相互相関関数演算手段125は、前記した150ミリ秒の間に前輪 $W_f$ に現われる路面バンプ等による車輪速の変動パターンと同じ変動パターンが、290ミリ秒の間に後輪 $W_r$ にどのように（どの時点で）現われるのかを判断するための処理を行う手段である。このため、相互相関関数演算手段125は、正規化手段124（124f, 124r）から一括して正規化した配列変数 $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$ を取得して、次の式5～式19に示すように畳み込み積分を行う。なお、式8～式18は省略する。

$$S(1) = V_f(1) \cdot V_r(1) + V_f(2) \cdot V_r(2) + \dots + V_f \cdot V_r$$

… (式5)

$$S(2) = V_f(1) \cdot V_r(2) + V_f(2) \cdot V_r(3) + \dots + V_f \cdot V_r(17)$$

… (式6)

$$S(3) = V_f(1) \cdot V_r(3) + V_f(2) \cdot V_r(4) + \dots + V_f \cdot V_r(18)$$

… (式7)

… (中略) …

$$S(15) = V_f(1) \cdot V_r(15) + V_f(2) \cdot V_r + \dots + V_f(16) \cdot V_r(30)$$

… (式19)

#### 【0041】

ここで、 $S(1) \sim S(15)$ は $S(j)$ として表現されるが、この $S(j)$ は、相互相関関数の演算（畳み込み積分）の結果を15個分（ $j = 1 \sim 15$ ）記憶する配列変数である。なお、 $j$ は、データのアドレスを指定するインデックスである。

#### 【0042】

ところで、相互相関関数の演算が完了して配列変数 $S(j)$ に結果のデータが記憶されると、新たに配列変数 $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$ を読み出しても第1の車体速 $V_v1$ の測定に支障は生じない。このため、相互相関関数演算手段125は

、相互相関関数の演算が完了すると、処理完了報告（図示外）をバッファコントローラ 122（122f、122r）に行うものとする。バッファコントローラ 122 は処理完了報告を受信すると、新たな検出値  $V$ （ $V_f$ 、 $V_r$ ）をデータバッファ 123 に記憶するのをトリガにして、書き込み前（記憶前）の配列変数  $V_f(1) \sim V_f(16)$ 、 $V_r(1) \sim V_r(30)$  を読み出すものとする。

#### 【0043】

次に、最大値抽出手段 126 は、配列変数  $S(j)$  のうち、最大値を抽出する関数を実行する手段である。つまり、前記した畳み込み積分の結果が割り当てられている配列変数  $S(j)$  から、次の式 20 により最大値を抽出する。

$$S_{sim} = \max | S(1), S(2), S(3), \dots, S | \quad \dots \quad (\text{式 } 20)$$

#### 【0044】

車体速演算手段 127 は、前記した配列変数  $S(j)$  が最大値となるインデックス  $j$  の値から時間差  $\Delta t$  を決定する処理、及び別に記憶している車両 C の前輪  $W_f$  と後輪  $W_r$  のホイールベース間距離（基準長さ） $WB$  の値とから、次の式 21、式 22 により第 1 の車体速  $V_{v1}$  を演算する処理を行う手段である。

$$\Delta t [\text{秒}] = 10 [\text{ミリ秒}] / 1000 [\text{ミリ秒/秒}] \times (j - 1) \quad \dots \quad (\text{式 } 21)$$

$$V_{v1} [\text{km/hr}] = WB [\text{m}] / \Delta t [\text{秒}] \times 3600 [\text{秒/hr}] / 1000 [\text{m/km}] \quad \dots \quad (\text{式 } 22)$$

#### 【0045】

なお、時間差  $\Delta t$  は、請求項の「一致したパターンの時間差」に相当する。また、式 21 の 10 という値は、各検出値  $V_f$ 、 $V_r$  のサンプリング間隔の 10 ミリ秒である。また、インデックス  $j$  から 1 を引くのは、区間数を求めるためである。

#### 【0046】

（第 2 の車体速測定手段）

説明を図 2 に戻す。図 2 に示す第 2 の車体速測定手段 13 は、入出力インタフェース 11 から後輪側の検出値  $V_r$  を入力して検出値  $V_r$  の移動平均を演算し、この演算した移動平均をハイドロプレーニングの影響を受けない第 2 の車体速  $V$



v 2 とする機能を有する。このため、第 2 の車体速測定手段 13 は、図示しない F I F O (Firs In Firs Out) を有し、入力された後輪側の検出値  $V_r$  の移動平均を演算する処理を行う。F I F O は、前記したとおり先入れ先出しを行うメモリである。F I F O には、K 個の検出値  $V_r$  が配列変数  $V_r(k)$  として記憶されるものとし、新たな検出値  $V_r$  が F I F O に配列変数  $V_r(1)$  として記憶される際、最も古い配列変数  $V_r(K)$  は消去する。この点については、既に説明した F I F O と同じである。なお、インデックス  $k$  とその終値  $K$  の関係は、 $1 \leq k \leq K$ 、となる (但し  $K > 1$ )。ちなみに、終値  $K$  は例えば 5 である。

#### 【0047】

F I F O に新たに検出値  $V_r$  が記憶される際は、この F I F O から配列変数  $V_v(1) \sim V_v(5)$  が一括して読み出され、次の式 1 により第 2 の車体速  $V_v2$  が演算される。

$$\begin{aligned} V_v2 &= \Sigma V_r(k) / K \\ &= (V_v(1) + V_v(2) + \dots + V_v(K)) / K \quad \dots \quad (\text{式 } 23) \end{aligned}$$

#### 【0048】

ちなみに、検出値  $V_r$  のサンプリング間隔が 10 ミリ秒間であるので、第 2 の車体速  $V_v2$  は、後輪  $W_r$  における 50 ミリ秒分の車輪速の平均値に相当する。また、第 2 の車体速  $V_v2$  も 10 ミリ秒ごとに測定される。このように第 2 の車体速  $V_v2$  を、移動平均を行って測定するのは、路面バンプ等による検出値  $V_r$  の変動の影響を無くすためである。よって、第 2 の車体速  $V_v2$  は、ハイドロプレーニングの影響も路面バンプ等の影響も受けない特性を有する。

#### 【0049】

(車体速比較手段)

車体速比較手段 14 は、10 ミリ秒ごとに、第 1 の車体速測定手段 12 から第 1 の車体速  $V_v1$  と第 2 の車体速測定手段 13 から第 2 の車体速  $V_v2$  を入力して、両者の偏差  $\Delta V (= |V_v1 - V_v2|)$  を演算する機能を有する。なお、カッコ内の式から理解されるように、偏差  $\Delta V$  は差の絶対値であり、常にプラスの値になる。

#### 【0050】

### (閾値記憶手段)

閾値記憶手段 15 は、後段の判定手段 16 で偏差  $\Delta V$  と比較される閾値  $T_h$  を記憶するメモリである。なお、閾値  $T_h$  は実験等により設定されるものであるが、閾値  $T_h$  を大きくすれば、ハイドロプレーニング検出の誤り（誤検出）を少なくすることができるようになる。一方、閾値  $T_h$  を小さくすれば、ハイドロプレーニングを初期の段階から検出することができるようになる。ドライバに早期に注意を促すためには、閾値  $T_h$  は小さい方が好ましい。

### 【0051】

#### (判定手段)

判定手段 16 は、車体速比較手段 14 から偏差  $\Delta V$  を、閾値記憶手段 15 から閾値  $T_h$  をそれぞれ入力し、偏差  $\Delta V$  が閾値  $T_h$  を超える場合 ( $\Delta V > T_h$ ) に判定カウンタ  $R$  をインクリメントし ( $R = R + 1$ )、超えない場合 ( $\Delta V \leq T_h$ ) に判定カウンタ  $R$  に 0 を設定し ( $R = 0$ )、判定カウンタ  $R$  が所定の判定閾値を超えた場合にハイドロプレーニング状態と判定する機能を有する。また、判定手段 16 は、アラーム信号  $AS$  を生成してアラーム  $AL$  に出力する機能を有する。なお、所定の判定閾値は 5 とするが（図 5 参照）、この判定閾値を大きくすると、ハイドロプレーニングの誤検出を少なくすることができるようになる。一方、判定閾値を小さくすれば、ハイドロプレーニング状態を初期の段階から検出することができるようになる。ドライバに早期に注意を促すためには、判定閾値は小さい方が好ましい。

### 【0052】

なお、本実施形態のハイドロプレーニング検出装置 1 によれば、過去の履歴を参照しているので、ハイドロプレーニングの誤検出を少なくすることができる。また、過去の履歴を参照しつつも、必ず 10 ミリ秒ごとにハイドロプレーニング状態の判定が行われるので、刻々と変化する路面状況に対処して、ドライバにハイドロプレーニングの検出結果を早期に知らせることができる。

### 【0053】

ちなみに、本実施形態において、デジタルフィルタ 121、バッファコントローラ 122、データバッファ 123、正規化手段 124 で行われる処理は、請求

項の「タイヤ固有の影響を除去」、及び「特徴抽出」に相当する。また、相関関数演算手段125、最大値抽出手段126、車体速演算手段127で行われる処理は、請求項の「パターンマッチング」、及び「第1の車体速を測定」に相当する。また、判定カウンタRが判定閾値を超えた場合は、請求項の「偏差が所定値より大きい状態が所定時間続いた」場合に相当する。

#### 【0054】

##### 《ハイドロプレーニング検出装置の動作》

次に、本実施形態のハイドロプレーニング検出装置1の動作を、図1～図8を参照して説明する。図5は、ハイドロプレーニング検出装置の動作を示すフローチャートである。図6は、第1の車体速測定の様子を模式的に示す図であり、(a)は車両がa地点及びb地点を含む道路をb地点側へと走行する様子を模式的に示し、(b)はその際における車輪速の検出値の変化を時系列で示し、(c)は(b)の検出値をデジタルフィルタで処理した後の検出値の変化を時系列で示す。図7は、第1の車体速を測定する処理を示すフローチャートである。図8は、(a)が正規化処理後の配列変数 $V_f(n)$ を模式的に示し、(b)が正規化処理後の配列変数 $V_f(m)$ を模式的に示すグラフである。

#### 【0055】

本実施形態においては、図5のフローチャートに示すようにしてハイドロプレーニング発生の検出が行われる。

#### 【0056】

##### (ステップS11)

まず、第1の車体速測定手段12においてハイドロプレーニングの影響は受けるが、路面バンプ等の影響は受けない第1の車体速 $V_v1$ の測定が行われる(S11)。この第1の車体速 $V_v1$ の測定動作を、図6～図8を参照(適宜図1等を参照)して詳しく説明する。

#### 【0057】

##### [タイヤのユニフォーミティの崩れによる変動の除去]

第1の車体速 $V_v1$ を測定するには、タイヤのユニフォーミティの崩れによる車輪速の検出値 $V_f$ 、 $V_r$ の変動を除去する。すなわち、図6(a)に示すよう

に、車両Cがある車速でa地点、b地点を含む道路を走行する。車両Cが走行すると車輪速センサVS ( $V_{Sf}$ ,  $V_{Sr}$ ) から入出力インタフェース11を介して車輪速の検出値V ( $V_f$ ,  $V_r$ ) がハイドロプレーニング検出装置1に入力される。前記したとおり前輪 $W_f$ 、後輪 $W_r$ のタイヤにはユニフォーミティの崩れが存在するのでこれによる周期の大きな変動と、路面バンプ等による周期の小さな変動が車輪速センサVSで検出される検出値 $V_f$ ,  $V_r$ に重畳されている(図6(b)参照)。つまり、見かけ上車両Cが一定速で走行していても、タイヤのユニフォーミティの崩れと路面バンプ等の存在による影響で検出値 $V_f$ ,  $V_r$ は変動する。本実施形態では、第1の車体速 $V_{v1}$ を路面バンプ等による検出値 $V_f$ ,  $V_r$ の変動から測定するので、デジタルフィルタ121で処理してタイヤのユニフォーミティの崩れによる変動を検出値 $V_f$ ,  $V_r$ から除去する。

#### 【0058】

デジタルフィルタ121で処理すると、図6(c)に示すように検出値 $V_f$ ,  $V_r$ からタイヤのユニフォーミティの崩れによる変動が除去される。これにより、絶対的な速度である第1の車体速 $V_{v1}$ をより正確に測定(演算)できるようになる。なお、図6(b), (c)の上図は前輪側(前輪 $W_f$ )についてのものであり、下図は後輪側(前輪 $W_r$ )についてのものである。

#### 【0059】

[検出値のデータバッファへの記憶]

デジタルフィルタ121によりタイヤのユニフォーミティの崩れによる変動が除去された検出値 $V_f$ ,  $V_r$ は、バッファコントローラ122により10ミリ秒間隔で取得され、データバッファ123に配列変数 $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$ として記憶される処理が行われる。

#### 【0060】

これにより、10ミリ秒間隔ごとに、検出値 $V_f$ が16個分、配列変数 $V_f(n)$ として記憶され、検出値 $V_r$ が30個分、配列変数 $V_r(m)$ として記憶され、次の処理である第1の車体速 $V_{v1}$ を測定する処理の前準備が整う。

#### 【0061】

[第1の車体速の測定]

データバッファ 123f, 123r に配列変数  $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$  が所定個数記憶されると、図 7 のフローチャートに示すように、データバッファ 123 から検出値としての配列変数  $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$  を全て読み出す (S21) 。そして、前輪側及び後輪側について既に説明した手順により正規化を行う (S22, S23) 。この際の演算において使用されるのは、式 1 ～式 4 である。正規化が完了すると、図 8 (a) (b) のようなグラフで配列変数  $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$  が模式的に示される。なお、既に説明したように、正規化する前と正規化する後とで、同じ変数名を使用して、メモリを節約している。

#### 【0062】

ステップ S22, S23 で正規化が完了すると、既に説明した式 5 ～式 19 を使用して相互相関関数を演算する (S24) 。なお、式 5 ～式 19 は、次のように 1 つの式 24 にまとめて、繰り返し部分を省略化することができる。

$$S(j) = V_f(1) \cdot V_r(1+j) + V_f(2) \cdot V_r(2+j) + \dots + V_f \cdot V_r(16+j) \\ \dots \quad (\text{式 24})$$

#### 【0063】

ステップ S24 で、相互相関関数を演算して配列変数  $S(j)$  に記憶すると、配列変数  $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$  に新しいデータを記憶することができるようになる。このため、ステップ S25 で、相互相関関数演算手段 125 が処理完了報告をバッファコントローラ 122 に出力する。これにより、新たな検出値  $V_f$ ,  $V_r$  を配列変数  $V_f(n)$ ,  $V_r(m)$  に記憶してデータバッファ 123 に記憶することができるようになる。

#### 【0064】

ステップ S26 では、式 20 により、相互相関関数の演算結果を記憶した配列変数  $S(j)$  から最大値を抽出する。そして、その最大値となる  $S(j)$  のインデックス  $j$  を特定し、このインデックスを式 21 に代入して時間差  $\Delta t$  を決定する。続けて、式 22 に決定した時間差  $\Delta t$  と予め記憶しているホイールベース間距離  $WB$  を代入して、第 1 の車体速  $V_{v1}$  を演算する (S27) 。ちなみに、ステップ S24 の相互相関関数の演算、及びステップ S26 の最大値の抽出は、図 8 (a) のグラフに図 8 (b) のグラフをどの様にずらせば両グラフが重なり合

うのかを試行（パターンマッチング）することに相当し、ステップ S 27 の時間差  $\Delta t$  の決定は、重なり合う場所における両グラフの位相差を決定するものである。

#### 【0065】

位相差の決定を、図 8 (a), (b) と式 5 ~ 19 を用いて補足説明する。

前輪側と後輪側とで位相が揃わない場合（パターンの異なる場合）の式 5 では、例えば「 $V_f(2)$  と  $V_r(2)$  の積」、 $V_f(3)$  と  $V_r(3)$  の積」は負の値になり、例えば「 $V_f(16)$  と  $V_r(16)$  の積」は正の値になる。従って、和の  $S(1)$  は、正の値と負の値を足し合わせて演算されることになる。

位相が揃わない場合の式 6 等も同様であり、和の  $S(2)$  等は、正の値と負の値を足し合わせて演算されることになる（図 8 (a) (b) 参照）。

ところが、位相が揃う場合（パターンが一致する場合）の式 19 では、「 $V_f(1)$  と  $V_r(15)$  の積」 ~ 「 $V_f(16)$  と  $V_r(30)$  の積」の全てが正の値になるので、和の  $S(15)$  も、 $S(j)$  の中で最も大きな値になる（ $j$  は  $1 \sim 15$ ）。

このことから、最大値となる  $S(j)$  のインデックス  $j$  を見つけ出せば、そのインデックス  $j$  とサンプリング間隔（ここでは 10 ミリ秒）から位相差がどれだけの時間があるのかが判る。

#### 【0066】

次に、ステップ S 27 の処理を、具体的な数字を用いて説明する。

仮に、配列変数  $S(15)$  が最大値であったとすると（ $j = 15$ ,  $S(26)$ ）、時間差  $\Delta t$  は 140 ミリ秒（ $= (15 - 1) \cdot 10 \text{ ミリ秒} = 0.14 \text{ 秒}$ ）になる。ここで、ホイールベース間距離  $WB$  が 2.83 m とすると第 1 の車体速  $V_{v1}$  は、式 22 により次のように求められる（測定される）。

$$\begin{aligned} V_{v1} &= WB / \Delta t \times 3600 / 1000 \quad \cdots \quad (\text{式 } 22) \\ &= 2.83 / 0.14 \times 3.6 \\ &= 73 [\text{km/h}] \end{aligned}$$

#### 【0067】

測定後は Return に移行して処理を継続する。これにより、ステップ S 2

1～ステップS27が順次繰り返され、第1の車体速 $V_v1$ が10ミリ秒ごとに測定される。

#### 【0068】

ところで、図8（a）は前輪側の車輪速（検出値 $V_f$ ）の変化パターンを示すが、この変化パターンのうち、破線で丸く囲んだ部分は実線と破線とで示してある。実線はハイドロプレーニングが発生した場合の検出値 $V_f$ の変化パターンであり、急激に検出値 $V_f$ が低下している。一方、丸で囲んだ部分における破線は、ハイドロプレーニングが発生しない場合の検出値 $V_f$ の変化パターンであり、図8（b）の後輪側の車輪速（検出値 $V_r$ ）の変化パターンとよく一致している。

#### 【0069】

ここで、ハイドロプレーニングが発生した場合、配列変数 $S(j)$ が最大値になる $j$ の値が、ハイドロプレーニングが発生していない場合の $j$ の値（前記した例では $j=15$ ）とは異なる値になる。ハイドロプレーニングの発生により $j$ の値が異なると、第1の車体速 $V_v1$ が誤った値になる（正しい値を示さなくなる）。

#### 【0070】

ちなみに、フローチャートのステップS21～S23までが、請求項の「特徴抽出」に相当し、フローチャートのステップS24、S26が請求項の「パターンマッチング」に相当するといえる。

#### 【0071】

（ステップS12～S18）

説明を図5に戻す。ステップS12では、第2の車体速測定手段13により、後輪側の検出値 $V_r$ から第2の車体速 $V_v2$ を測定する。この第2の車体速 $V_v2$ は、前記したとおり検出値 $V_r$ の移動平均として測定される。

#### 【0072】

次のステップS13では、車体速比較手段14により、ステップS11で測定した第1の車体速 $V_v1$ とステップS12で測定した第2の車体速 $V_v2$ の偏差 $\Delta V$ を演算する。そして、ステップS14では、判定手段16により、偏差 $\Delta V$

が閾値  $T_h$  を超えるか、超えないかを判定する。閾値  $T_h$  を超えない場合 (No,  $\Delta V \leq T_h$ ) は、ステップ S15 で判定カウンタ R に 0 を設定 ( $R = 0$ ) し、Return に移行して再度ステップ S11 からの処理を繰り返す。一方、ステップ S14 において、偏差  $\Delta V$  が閾値  $T_h$  を超える場合 (Yes,  $\Delta V > T_h$ ) は、ステップ S16 で判定カウンタ R をインクリメントする ( $R = R + 1$ )。

#### 【0073】

判定カウンタ R をインクリメントしたら、ステップ S17 で判定カウンタ R が判定閾値の 5 以上になっているか否かを判定する。判定カウンタ R が 5 以上になっていない場合 (No,  $R < 5$ ) は、Return に移行して、再度ステップ S11 からの処理を繰り返す。一方、ステップ S17 において、判定カウンタ R が判定閾値の 5 以上になっている場合 (Yes,  $R \geq 5$ )、より具体的には連続して 5 回以上偏差  $\Delta V$  が閾値  $T_h$  を超える場合は、ハイドロプレーニング状態と判定し (ハイドロプレーニング状態を検出し)、アラーム信号 AS を生成する (ステップ S18)。これにより、図 1 に示すアラーム AL が作動して、ドライバにハイドロプレーニングを警告する。

#### 【0074】

以上説明した本実施形態のハイドロプレーニング検出装置 1 によれば、ハイドロプレーニングの影響は受けるが路面バンプ等の影響を受けない第 1 の車体速  $V_v1$  と、ハイドロプレーニングの影響も路面バンプの影響も受けない特性を有する第 2 の車体速  $V_v2$  との偏差  $\Delta V$  でハイドロプレーニング状態を判定するので、路面バンプ等の影響を受けることなくハイドロプレーニングを正しく検出することができる。つまり、路面バンプ等による車輪速の変動をハイドロプレーニングと誤判定することをなくしたり、低減したりして、ハイドロプレーニングを検出することができる。このため、水膜が 10 mm に満たない場合でも適切にハイドロプレーニングを検出することができる。また、部分ハイドロプレーニングも検出することができる。

#### 【0075】

ちなみに、図 5 のステップ S14 において、偏差  $\Delta V$  が閾値  $T_h$  よりも大きくなるのは、ハイドロプレーニングが発生した場合である。すなわち、路面バンプ



等が多くある悪路等では、ウェット路面で水膜が存在していてもハイドロプレーニングは発生しないので、偏差 $\Delta V$ が閾値 $T_h$ よりも大きくなることはない。また、第1の車体速 $V_v1$ は、路面バンプ等を利用して車体速を測定するものであるので、本質的に悪路に強く、路面バンプ等の影響を受けずに車体速を測定することができる。このため、ハイドロプレーニングを悪路等と混同することなく検出することができることになる。

#### 【0076】

なお、本発明は前記した実施形態に限定されることなく幅広く変形実施することができる。例えば、第1の車体速 $V_v1$ を移動平均により求めてもよい。また、車両Cの右側の車輪 $W_f$ 、 $W_r$ に備えた車輪速センサ $V_{Sf}$ 、 $V_{Sr}$ により、ハイドロプレーニングの検出を行ったが、車輪速センサ $V_{Sf}$ 、 $V_{Sr}$ を車両Cの左側に備えるようにしてもよい。また、両側に備えるようにして、左右両側の検出値 $V$ を利用してハイドロプレーニングの検出を行ってもよい。なお、第2の車体速 $V_v2$ は、例えば後輪 $W_r2$ 輪の車輪速の平均をとってもよいし、片側だけの車輪速の移動平均をとってもよい。また、双方を組み合わせたものでもよい。

#### 【0077】

また、例えば後輪側の変動パターンと同じパターンが、前輪側でいつ出現したかをパターンマッチングにより検出して第1の車体速 $V_v1$ を測定することとしてもよい。また、最大値となる $S(j)$ に閾値を定め、最大値となる $S(j)$ であっても、ある値（閾値）を超えなければ、第1の車体速 $V_v1$ を演算（測定）しないようにしてもよい。

#### 【0078】

また、直進状態の判定を行い、直進状態のときにハイドロプレーニングの判定を行うようにしてもよい。直進状態の判定は、例えば左右の車輪の車輪速の差を検出して行うことができる。

#### 【0079】

処理カウンタ $n$ 、 $m$ の終値 $N$ 、 $M$ や判定閾値の値は一例であり、前記した実施形態の値に限定されることはない。また、検出値のサンプリング間隔を10ミリ

秒ごととして説明したが、これを車速が早くなると短くなるようにしてもよい。また、カウンタの終値も検出値のサンプリング間隔や車速に応じて変動するようにしてもよい。また、タイヤのユニフォーミティの崩れによる変動を、デジタルフィルタでソフトウェア的に除去したが、ハードウェア的に除去するようにしてもよい。また、バンドパスフィルタを用いた例を説明したが、ローパスフィルタやハイパスフィルタ等を用いるようにしてもよい。また、ハイドロプレーニング検出装置における処理を、ハードウェア的に行うようにしてもよい。

#### 【0080】

また、相互相関関数によるパターンマッチングは一例であり、本発明がこれに限定されることはない。

#### 【0081】

また、ハイドロプレーニング状態の判定（検出）は、濡れた路面におけるウェット $\mu$ の判定（検出）に相当するともいえる。

#### 【0082】

#### 【発明の効果】

本発明（請求項1）によれば、水膜が厚くない状態で発生するハイドロプレーニングや、早期段階でのハイドロプレーニングを、路面のバンプ等と混同することなく検出（判定）することができる。また、本発明（請求項2）によれば、誤判定を少なくすることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる実施形態のハイドロプレーニング検出装置を搭載する車両のシステム構成図である。

【図2】 ハイドロプレーニング検出装置のブロック構成図である。

【図3】 ハイドロプレーニング検出装置の要部をなす第1の車体速測定手段のブロック構成図である。

【図4】 車輪速の検出値の変動を説明する図である。

【図5】 ハイドロプレーニング検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図6】 第1の車体速測定の様子を模式的に示す図であり、（a）は車両

が a 地点及び b 地点を含む道路を b 地点側へと走行する様子を模式的に示し、(b) はその際における車輪速の検出値の変化を時系列で示し、(c) は (b) の検出値をデジタルフィルタで処理した後の検出値の変化を時系列で示す。

【図 7】 第 1 の車体速を測定する処理を示すフローチャートである。

【図 8】 (a) が正規化処理後の配列変数  $V_f(n)$  を模式的に示し、(b) が正規化処理後の配列変数  $V_f(m)$  を模式的に示すグラフである。

【図 9】 従来例を説明する図である。

【図 10】 従来例を説明する図である。

【符号の説明】

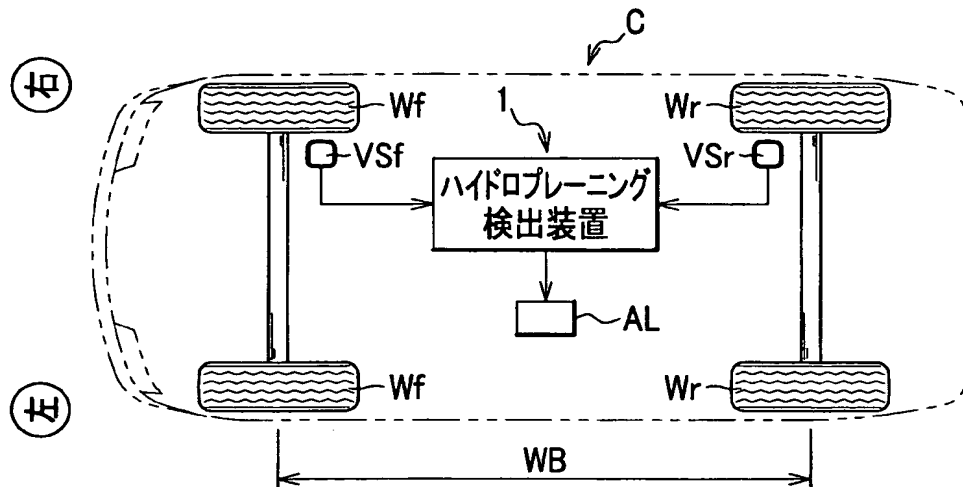
- 1 … ハイドロプレーニング検出装置
- 11 … 入出力インタフェース (入力部)
- 12 … 第 1 の車体速測定手段 (処理部)
- 121 … デジタルフィルタ
- 122 … バッファコントローラ
- 123 … データバッファ
- 124 … 正規化手段
- 125 … 相互相関関数演算手段
- 126 … 最大値抽出手段
- 127 … 車体速演算手段
- 13 … 第 2 の車体速測定手段 (処理部)
- 14 … 車体速比較手段 (処理部)
- 16 … 閾値記憶手段 (処理部)
- 17 … 判定手段 (処理部)
- C … 車両
- VS … 車輪速センサ
- $V, V_f, V_r$  … 検出値
- $V_f(n), V_r(m), S(j)$  … 配列変数
- $V_{v1}$  … 第 1 の車体速
- $V_{v2}$  … 第 2 の車体速

$\Delta t$  ... 時間差

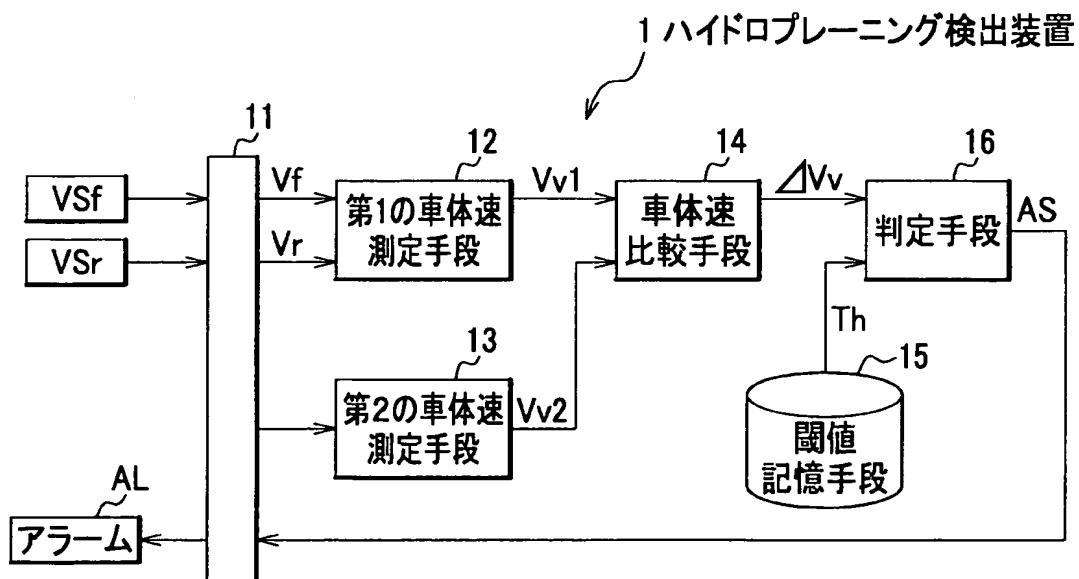
WB ... ホイールベース間距離（基準長さ）

【書類名】 図面

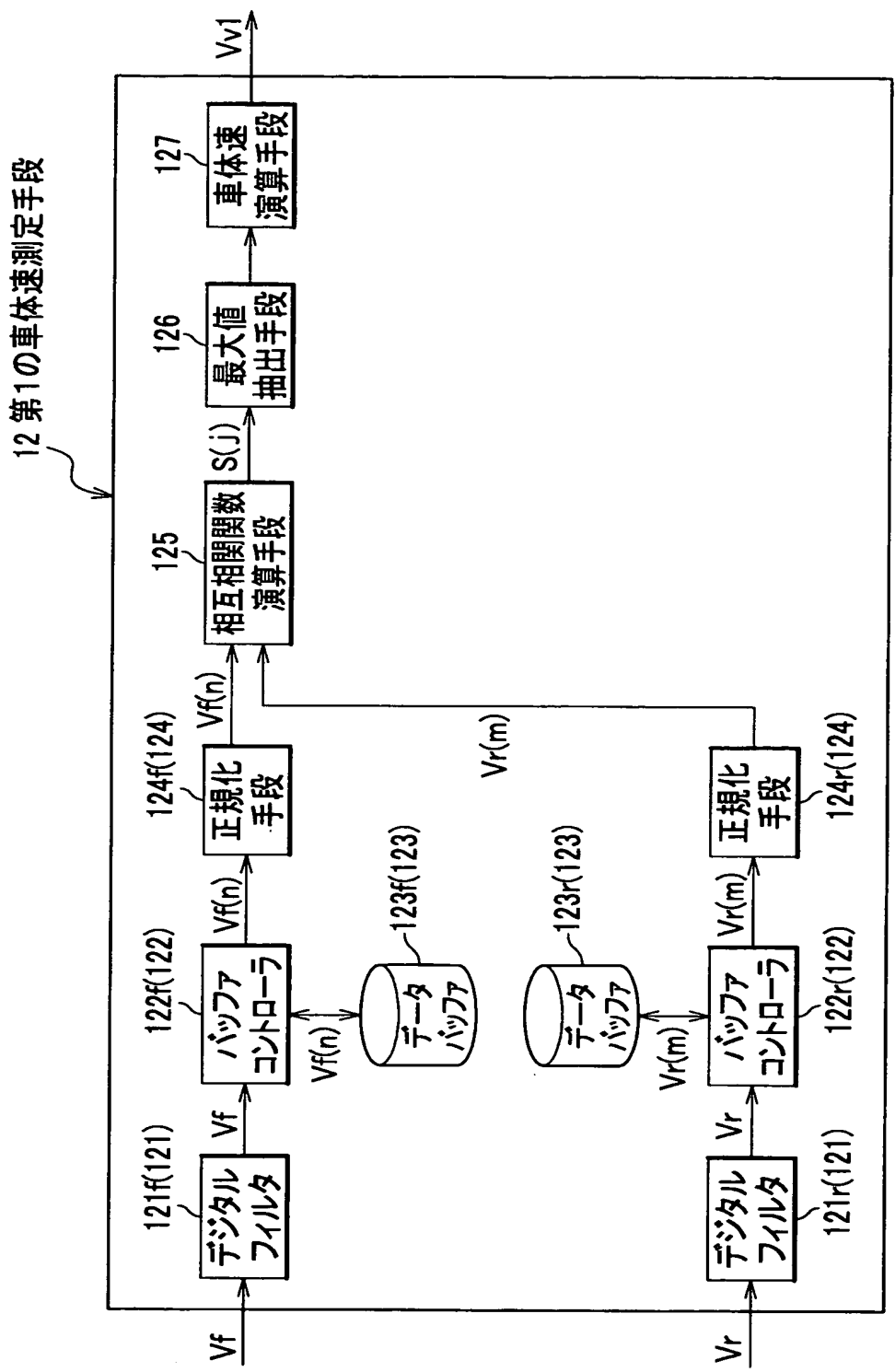
【図 1】



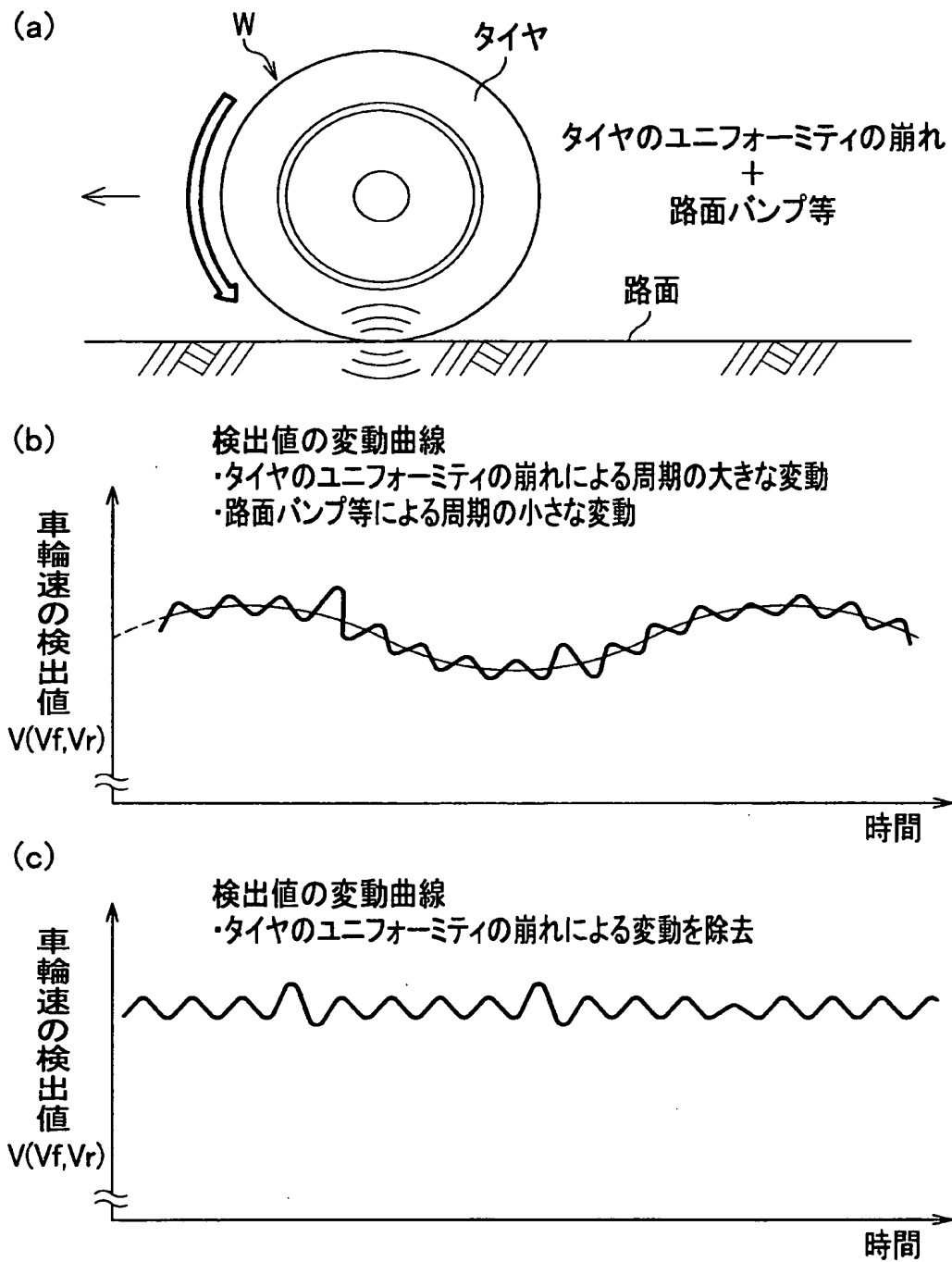
【図 2】



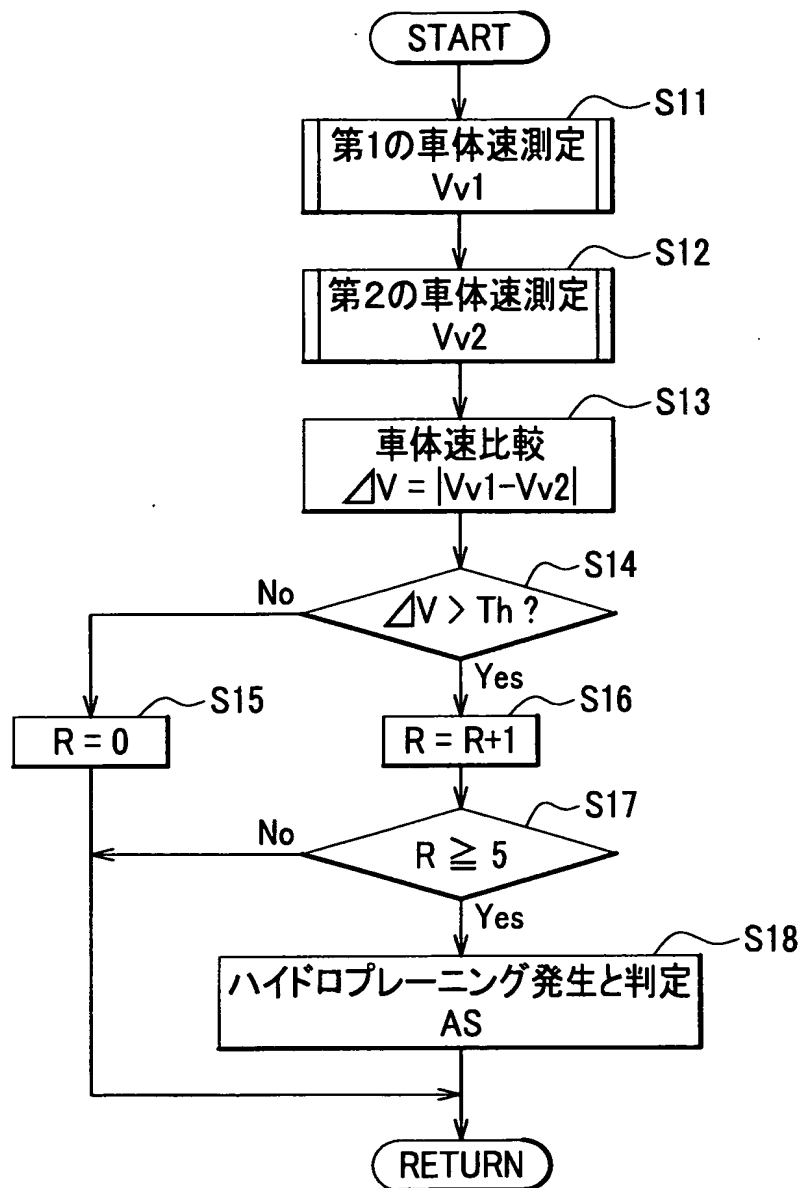
【図 3】



【図 4】

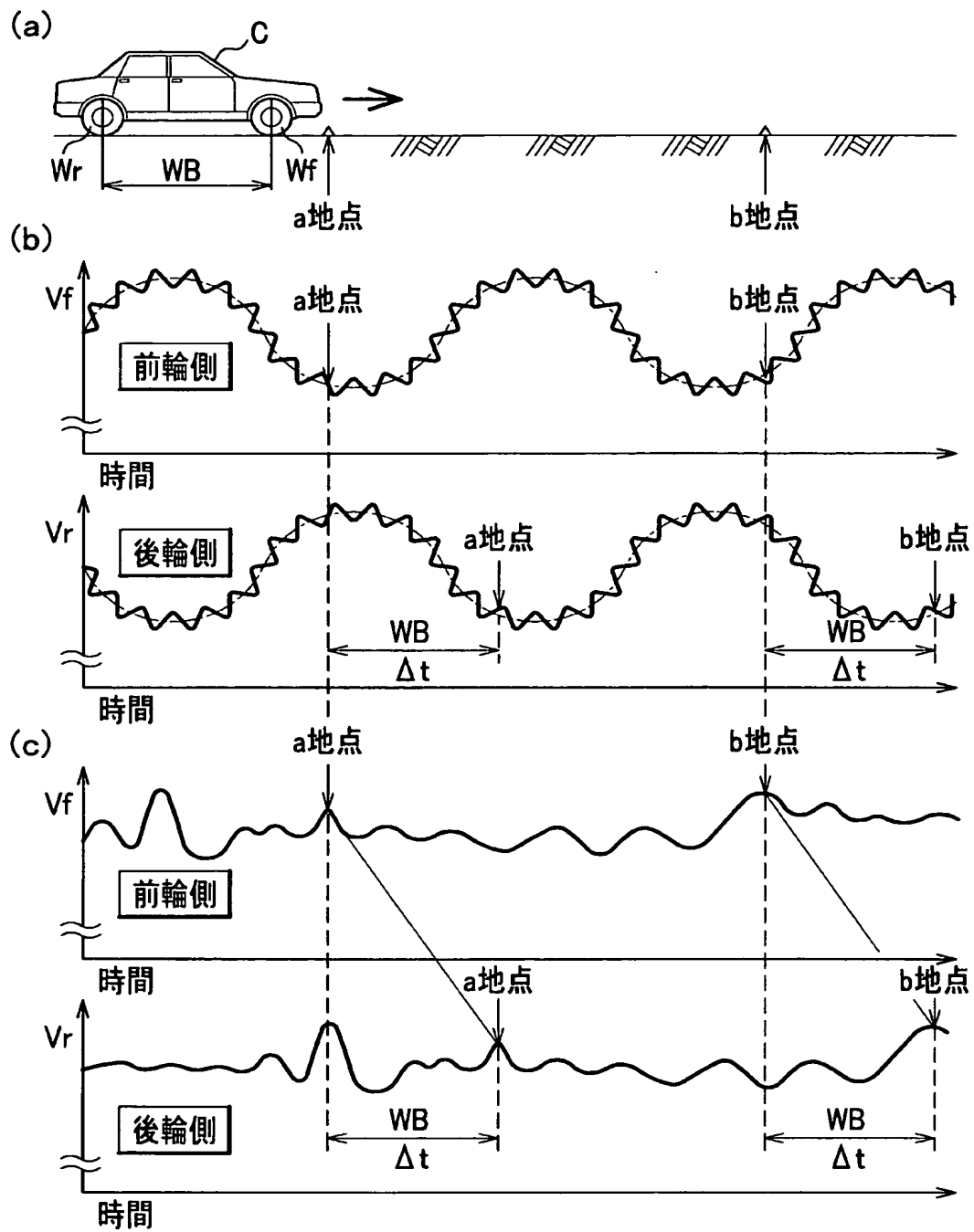


【図 5】

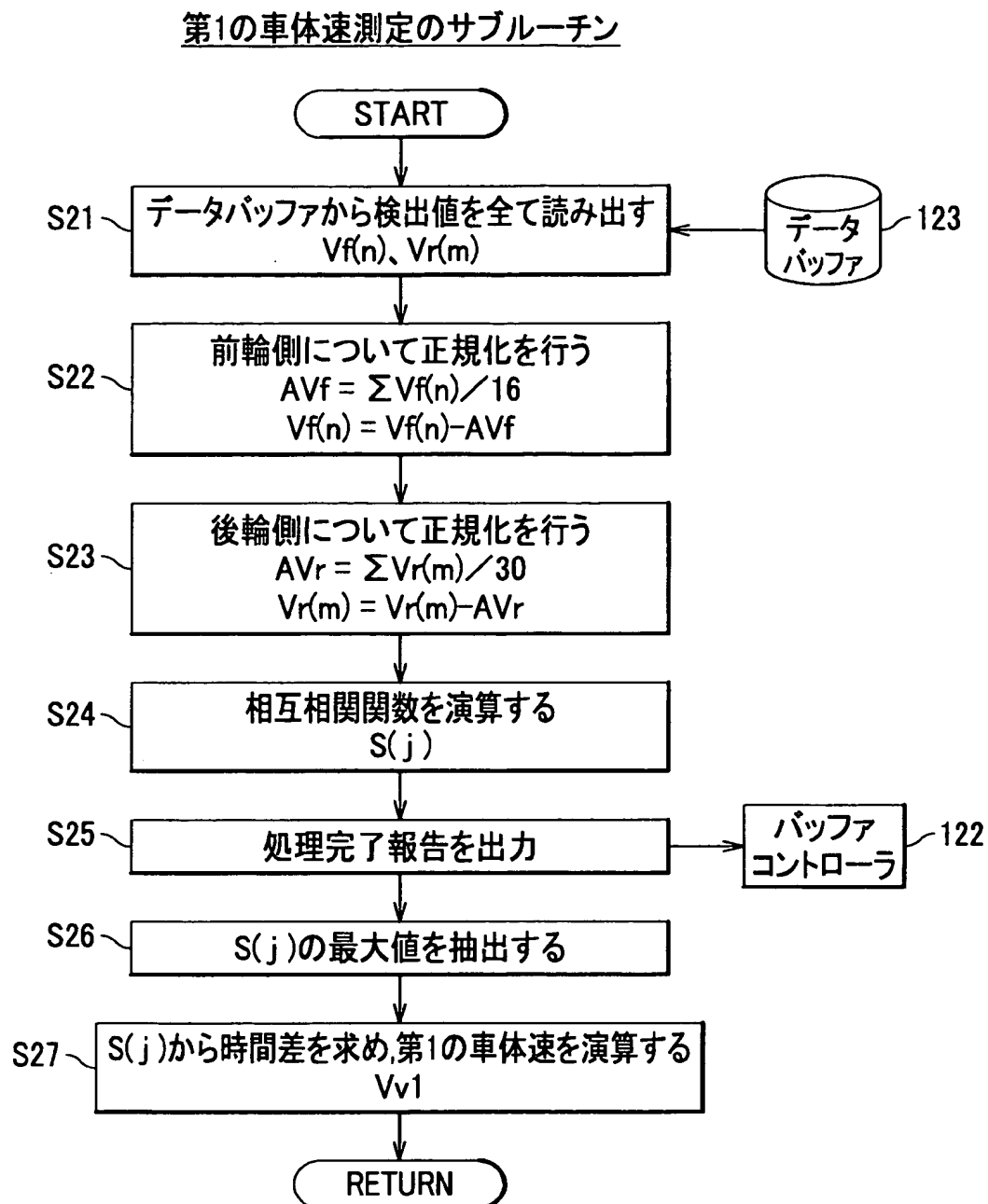




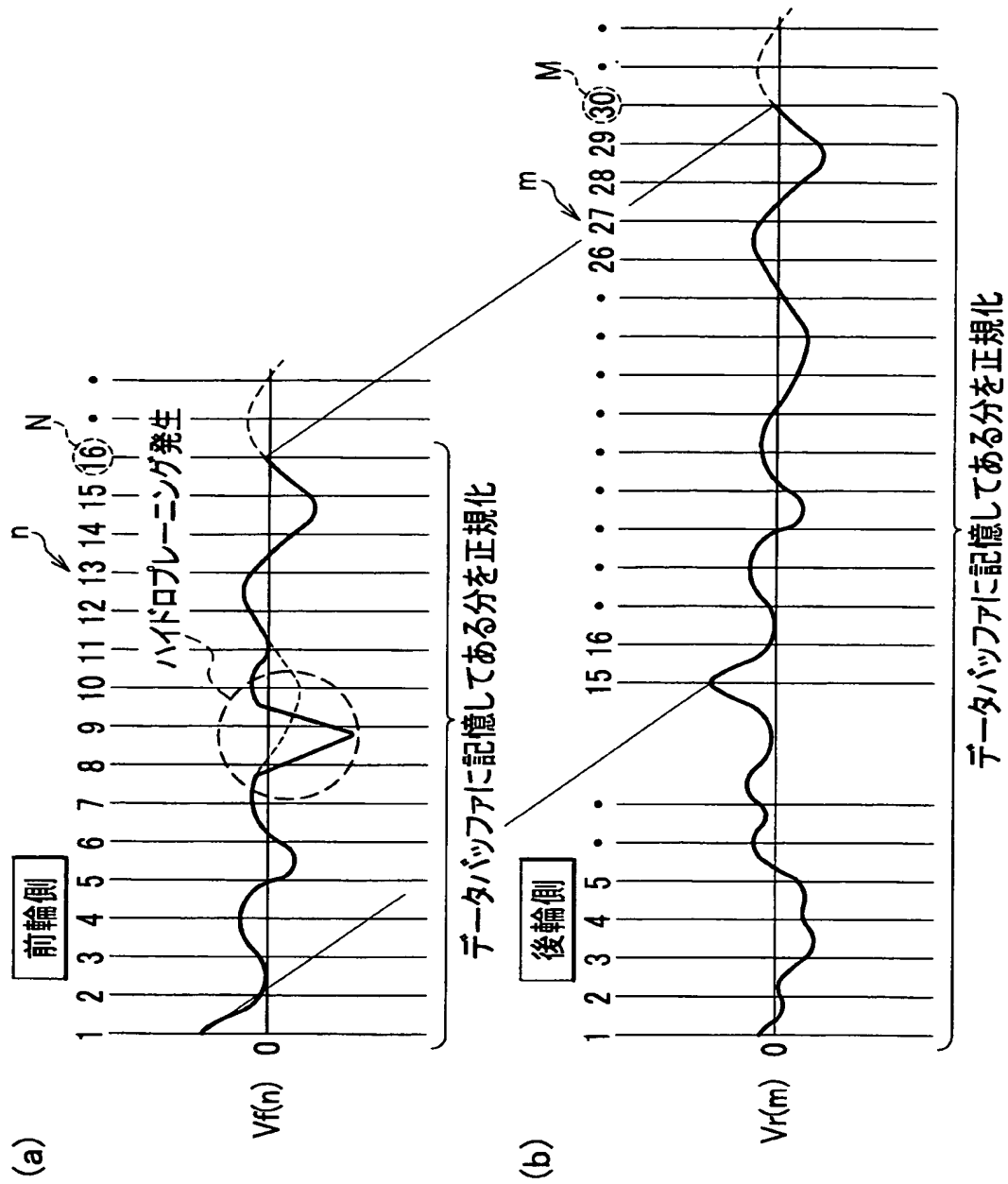
【図 6】



【図 7】

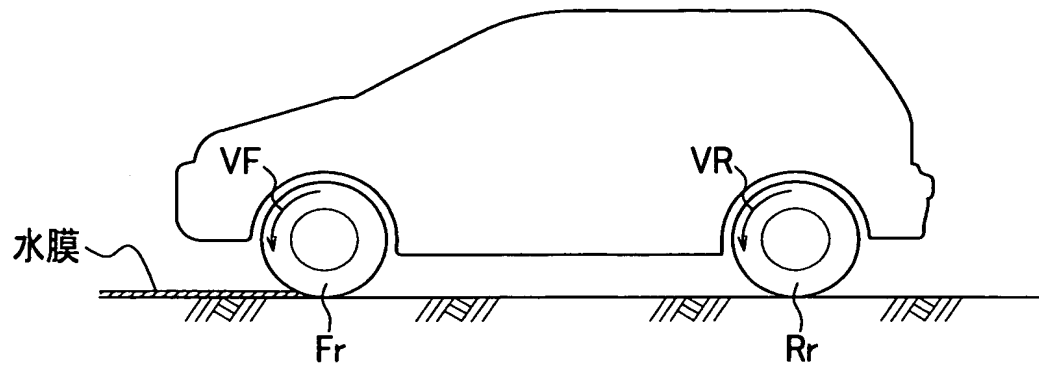


【図 8】

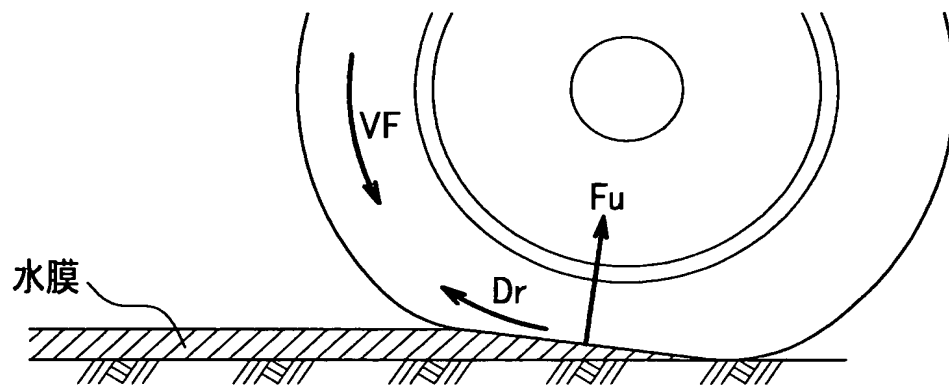


【図 9】

(a)

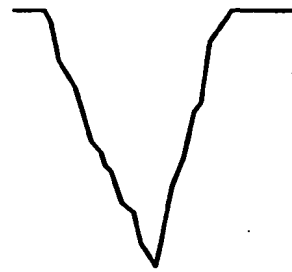
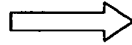
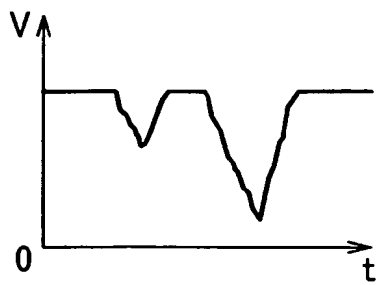


(b)

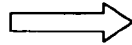
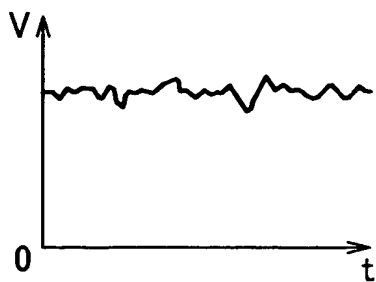


【図 10】

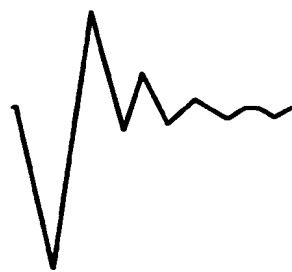
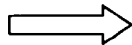
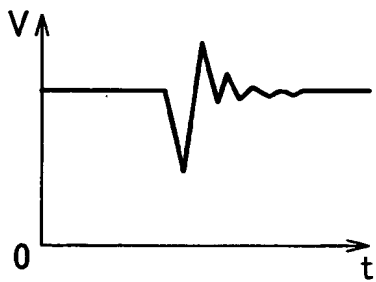
(a) ハイドロプレーニング



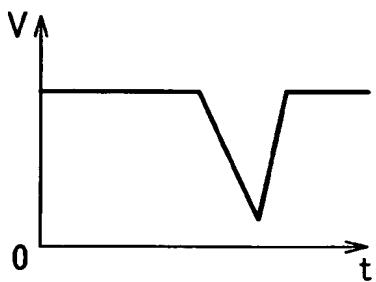
(b) 悪路走行



(c) 突起乗越、段差通過



(d) 基準パターン



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水膜が厚くない状態で発生するハイドロプレーニングや、早期段階でのハイドロプレーニングを、路面のバンプや段差等と混同することなく検出するハイドロプレーニング検出装置を提供すること。

【解決手段】 前輪側及び後輪側の振動検出値  $V_f$ ,  $V_r$  の変化のパターンをタイヤ固有の影響を除去してそれぞれ特徴抽出し、この特徴抽出した検出値  $V_f$ ,  $V_r$  の繁華のパターンを前輪側と後輪側とでパターンマッチングし、一致したパターンの時間差  $\Delta t$  を求め、この時間差  $\Delta t$  と基準長さ  $WB$  とから演算した第1の車体速  $V_{v1}$  と後輪側の平均車輪速である第2の車体速  $V_{v2}$  との偏差  $\Delta V$  が閾値  $Th$  よりも大きいときにハイドロプレーニング状態と判定する。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 3 6 5 6 8 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社